ERSTE ERGEBNISSE UND ERFAHRUNGEN BEIM AUFBAU RECHNERGESTÜTZTER LEITSYSTEME FÜR DEN ÖPNV

Dr.-Ing. WILFRIED NAUMANN, Berlin/DDR

1. Einleitung

Durch den Magistrat der Hauptstadt Berlin wurde die Entwicklung und der schrittweise Aufbau eines rechnergestützten Verkehrsleit- und Informationszentrums (VLIZ) für die Überwachung und operative Leitung der städtischen Nahverkehrssysteme beschlossen.

Damit wird insbesondere die verkehrspolitische Zielstellung verfolgt, den öffentlichen Personennahverkehr für seine Fahrgäste sicherer und zuverlässiger zu gestalten und bei auftretenden Störungen Ausfallzeiten und Folgebehinderungen durch schnellstmögliche Wiederherstellung der Regeltechnologie zu minimieren. Gleichzeitig ist eine schnelle und umfassende Information der Fahrgäste an Zugangs- bzw. Haltestellen und in den Fahrzeugen zu gewährleisten.

Zur Realisierung der Zielstellung wurde unter Beachtung internationaler Erfahrungen und unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher Erfordernisse ein technisch-technologisches Systemkonzept entworfen, das für die einzelnen Verkehrsträger (U-Bahn, S-Bahn, Straßenbahn, Bus) den Aufbau von Betriebsleitzentralen vorsieht, deren Kernstück rechnergestützte Dispatcherarbeitsplätze mit on-line-Kopplung zu den Verkehrsmitteln und -anlagen bilden.

Während bei der zentralen Rechentechnik weitgehend auf industrielle Lösungen (16- und 32-bit-Rechentechnik) zurückgegriffen werden kann, erfordert die Einbeziehung der Standorterfassung der Fahrzeuge und des Zustandes der Verkehrsanlagen den Einsatz spezifischer Fahrzeugelektronik und Kommunikationstechnik.

Die Entwicklung der technischen Komponenten des VLIZ erfolgt im Auftrag des Kombinates Berliner Verkehrsbetriebe durch das Zentrum für Prozeßautomatisierung im Zentralen Forschungsinstitut des Verkehrswesens der DDR.

2. Rechnergestützte Zuglaufüberwachung für die U-Bahnlinie E

Mit dem Abschluß der Streckenverlängerung der U-Bahnlinie E bis nach Hönow zur Erschließung großer Wohnungsbaugebiete der Hauptstadt Berlin verdichtet sich die Zugfolge in den Spitzenzeiten auf etwa 2,5 Minuten. Damit wird zur Beherrschung des Betriebsablaufes die Einführung prozeßgekoppelter Bildschirmarbeitsplätze in der Dispatcherzentrale zu einem objektiven Erfordernis.

Zur Realisierung eines solchen Systems war zunächst ein Prozeßrechner zur Abfrage von ca. 300 Meldekontakten und zur Erfassung weiterer Informationen über ausgewählte Zustände an Bahnanlagen, der Sicherungs- und Fernmeldetechnik und der Bahnstromversorgung zu entwickeln und aufzubauen / Bild 1/.

Das Prinzip der Zuglaufüberwachung beruht auf der rechentechnischen Auswertung der Gleisfreimeldungen der Blocksicherungstechnik in Verbindung mit einer automatisierten Zugidentifikation. Die Datenübertragung erfolgt über eine serielle Datensammelleitung (Feldbus). Die sicherungstechnischen Informationen gestatten eine logische Zuglaufverfolgung entsprechend der Fortschaltung belegter Gleisabschnitte. Dabei bleibt aber die Zuordnung der

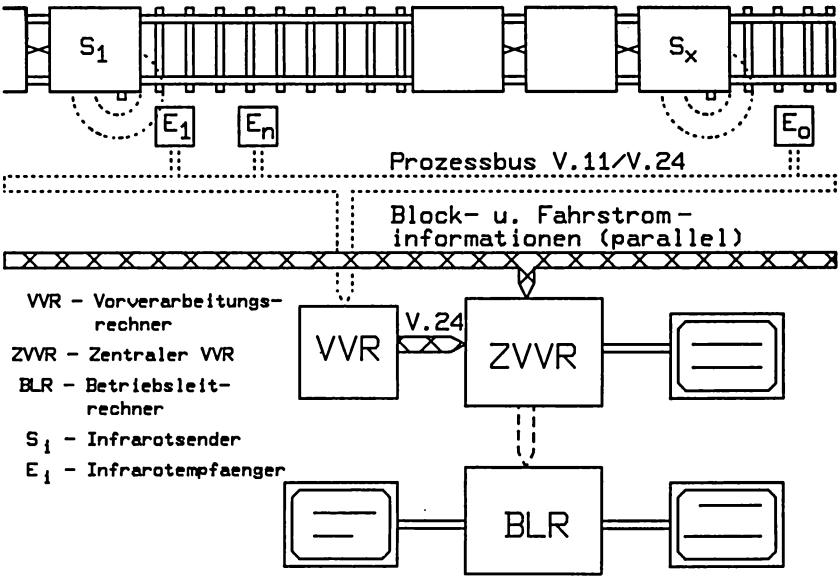


Bild 1

Kurs- und Umlaufnummer sowie Zuggattung noch offen. Deshalb mußte die logische Zuglaufverfolgung durch ein System der automatischen Fahrzeugidentifikation ergänzt werden. Den internationalen Trends entsprechend wurde dazu ein Infrarot-Kennungssystem, bestehend aus Sendebaugruppen in den Fahrzeugen und stationären Empfängern entlang der Strecke entwikkelt.

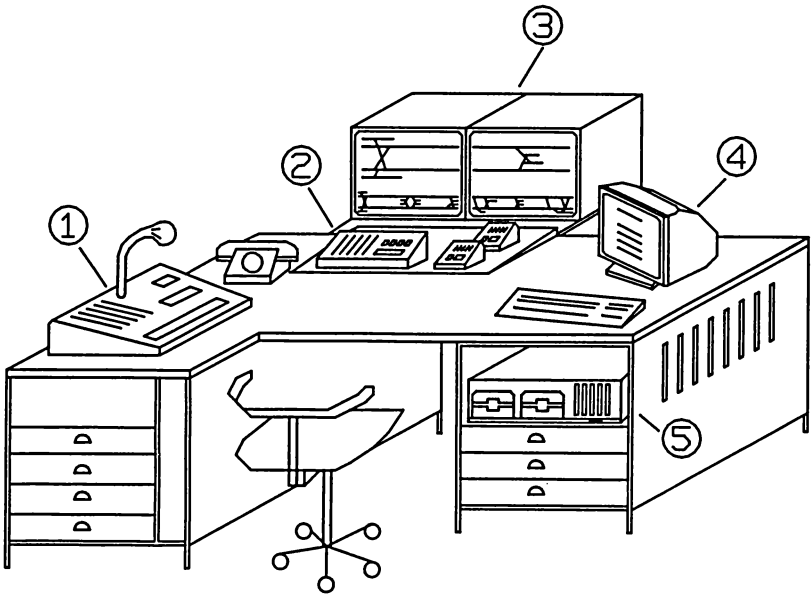
Die Zugkennung wird als ein maximal 26 Bit langes Datentelegramm aufgebaut, wobei 16 Bit für eine einstellbare Codierung der Fahrzeugnummer und 10 Bit als variable Codierung vorgesehen sind.
Das Datentelegramm wird von den Kennungssendern im Dauerbetrieb ausgesendet. Die Kennungsempfänger gewährleisten bei Fahrzeuggeschwindigkeiten bis zu 90 km/h und Zugfolgezeiten bis 60 s eine ausreichend kleine Fehlerrate.

Die drahtlose Informationsübertragung ist sowohl im Tunnel als auch im oberirdischen Bereich und dort bei allen Witterungsbedingungen möglich. Entlang der U-Bahnlinie E werden ca. 40 Empfängerbaugruppen eingesetzt

Die Kennungssender bestehen aus einer EMR-Baugruppe und einer absetzbaren IR-Sendediodenbaugruppe. Der Kennungssender wird an die vorhandene Zugfunkanlage angeschlossen und erhält von dort die notwendige Stromversorgung und durch Abgriff am Bedienteil die variable Codierung der Zuggattung und Umlaufnummer.

Der Kennungsempfänger besteht ebenfalls aus einer EMR-Baugruppe. Seine Stromversorgung erfolgt aus dem 220 V-Netz.
Als Schnittstelle zum Vorverarbeitungsrechner kann wahlweise V.11 oder V.24 gewählt werden. EMR-Baugruppe und Prozeßbus sind durch Optokoppler galvanisch getrennt.

Der Vorverarbeitungsrechner (VVR) ist ein unbedienter Mikrorechner in Schrankausführung. Er besitzt eine Schnittstelle zum Prozeßbus (V.11 oder V.24), an die die Kennungsempfänger anschließbar sind. Über eine V.24 Schnittstelle kommuniziert er mit dem Betriebsleitrechner (BLR) in der Dispatcherzentrale.



1 - DIVA-Sprechstelle
2 - Funkanlage
3 - Farbmonitore
4 - PC-Dialogmonitor und Tastatur
5 - PC-Systemeinheit

Bild 2

Als Betriebsleitrechner wurde ein IBM-kompatibler 16-bit-Personalcomputer eingesetzt. Er verfügt neben dem Kontrollmonitor zur Bedienerführung über zwei 19''-Farbmonitore mit hochauflösender Farbgrafik /Bild 2/. Im unteren Teil dieser Bildschirme wird im Blockabschnittsraster der gesamte Streckenspiegel zwischen den Endpunkten Alexanderplatz und Hönow durchlaufend in beiden Richtungen abgebildet.
Belegte Streckenabschnitte werden durch die Kursnummer des Zuges dargestellt. Die Farbe kennzeichnet dabei seine Fahrplanlage. Auf einer Leiste oberhalb des Streckenspiegels kann der Dispatcher Merkhilfen über Besonderheiten auf Streckenabschnitten oder Bahnhöfen setzen, so daß ständig ein überschaubares Abbild der Betriebssituation sichtbar gemacht wird /Bild 3/.
Bei Unregelmäßigkeiten kann der Dispatcher statische oder dynamische Lupen aufrufen, die in den oberen Teil der Farbmonitore einfließen. Die Lupen vermitteln spezielle Informationen zur Bahnstromversorgung oder den Zugbetrieb auf ausgewählten Streckenabschnitten bzw. Bahnhöfen. Mittels eines Sprechfunksystems ist der Dispatcher in der Lage, schnell und gezielt in die Betriebsführung einzugreifen.
Zur Realisierung dieser Aufgaben war ein umfangreiches Softwarepaket zu erarbeiten. Alle Programme sind in der Sprache Turbo-Pascal

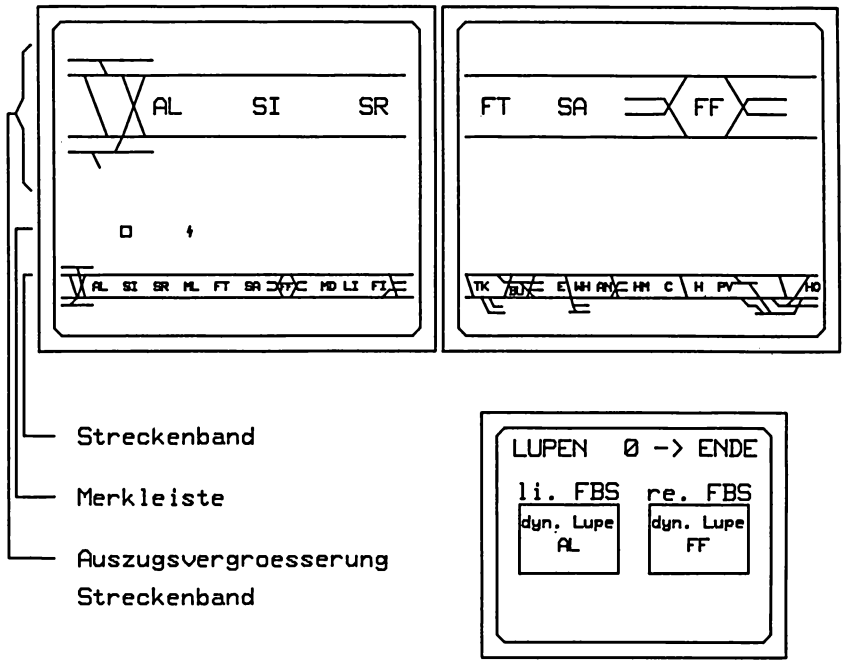


Bild 3

geschrieben. Berücksichtigt wurde dabei die Möglichkeit der Systemerweiterung. So ist die spätere Kopplung des Betriebsleitrechners mit dem Zentralrechner VLIZ vorgesehen, um den Generaldispatcher für den städtischen Nahverkehr mit Informations- und Dispositionsmöglichkeiten auszurüsten.
Bei der Konzipierung der Software wurde eine schrittweise Ausrüstung der Fahrzeuge mit dem Kennungssystem berücksichtigt. Auch unter den Bedingungen einer erst unvollständigen Ausrüstung wird ein automatischer Systemanlauf verbunden mit nur wenigen manuellen Handlungen des Dispatchers gewährleistet.

3. Intelligente Fahrzeugausrüstung

Um die Fahrzeuge des Oberflächenverkehrs, d. h. Straßenbahnen und Omnibusse, in das rechnergestützte Leitsystem einbeziehen zu können, mußte eine spezielle elektronische Fahrzeugausrüstung in Form eines Bordmikrorechners entwickelt werden. Dabei ist folgender Funktionsumfang zu realisieren:

- automatische Standortidentifikation
- fahrzeugautarke Beurteilung der Fahrplanlage
- Dialogführung mit dem Fahrer
- Schnittstellenrealisierung zur Datenkommunikation mit dem Betriebshofrechner (beim Ausrücken des Fahrzeuges), mit dem Betriebsleitrechner (über Datenfunk) und zur Beeinflussung von Lichtsignalanlagen.

Bei Ausfahrt aus dem Betriebshof werden über eine Infrarotlicht-Übertragungsstrecke Fahrplan- und Liniendaten vom Betriebshofrechner in den Bordrechner übertragen.
Während der gesamten Einsatzzeit erfolgt eine automatische Standortidentifikation.
Das ist im Vergleich zu schienengebundenen Verkehrsmitteln mit sicherungstechnischen Anlagen ein kompliziertes Problem. Aus der internationalen Literatur sind dazu eine Reihe von Verfahren, wie z. B.

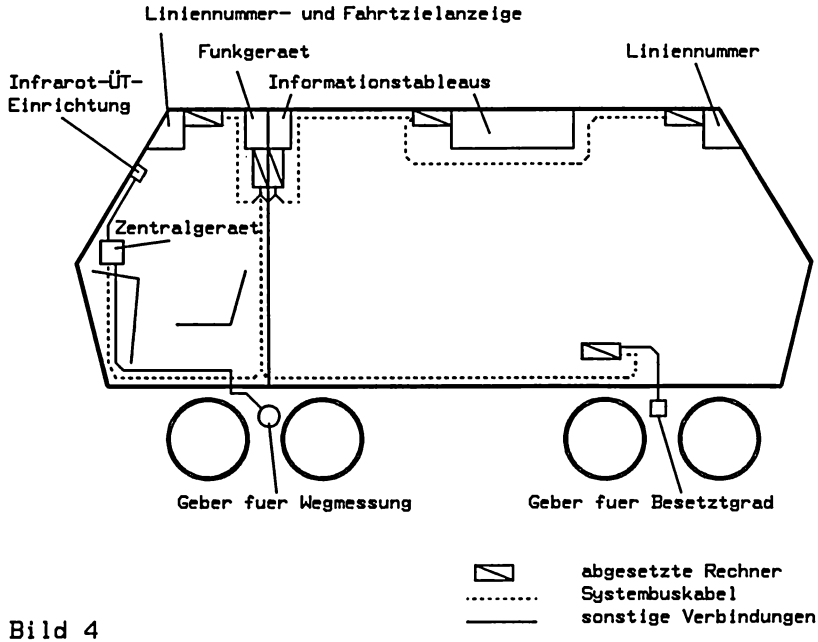


Bild 4

- logische Ortung
- Bakenortung
- Satellitenordnung

bekannt.

Für die Realisierung wurde ein gemischtes Ortungsverfahren ausgewählt. Es basiert auf einer Wegmessung mittels spezieller Sensoren. Der so erfaßte Fahrweg wird an ausgewählten Punkten der Strecke mit logischen Kriterien verglichen und korrigiert. Solche Kriterien sind vor allem die Türöffnungen an Haltestellen und die Vorbeifahrt an (wenigen) Infrarot-Baken.

Mit den Daten der Standorterfassung und den gespeicherten Fahrplandaten führt der Bordrechner ständig einen Soll-Ist-Vergleich durch. Übersteigt die Abweichung eine vorgegebene Toleranz, meldet sich das Fahrzeug über Datenfunk bei der Betriebsleitzentrale. Will der Dispatcher in den Betriebsablauf eingreifen, kann er von Datenfunk auf Sprechfunk umschalten und dem Fahrer Anweisungen erteilen. Da von der elektronischen Fahrzeugausrüstung vielfältige und räumlich verteilte Aufgaben zu lösen sind, wurde ein verteiltes Rechnersystem entworfen, das über einen seriellen Wagenbus mit dem Zentralgerät kommuniziert /Bild 4/. Erste Komponenten, wie z. B. die Bedien- und Anzeigeeinrichtung (BAE) liegen bereits als konstruktive Lösungen und als Mustergeräte vor. An der Entwicklung weiterer Komponenten wird gegenwärtig gearbeitet.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Zeitgleich mit der Ausrüstung der U-Bahnlinie E mit dem Kennungssystem beginnt die Vorbereitung für die Linie A. Damit bildet die rechnergestützte Zuglaufüberwachung der U-Bahn das erste in sich abgeschlossene Teilsystem im VLIZ. Unter Nutzung des Kennungssystems wurde mit der Entwicklung eines rechnergestützten Fahrdienstleiterarbeitsplatzes für die Überwachung des S-Bahnverkehrs begonnen.

In der Hauptdispatcherzentrale Straßenbahn befinden sich erste Bildschirmarbeitsplätze zur Entlastung der Dispatcher von Routinearbeiten im Einsatz.

Arbeiten zum Aufbau eines flächendeckenden Datenfunknetzes für das Betriebsleitsystem Oberflächenverkehr haben ebenfalls begonnen.

Durch die Schaffung von Pilotlösungen und ihre schrittweise Verbreitung werden immer mehr Komponenten des VLIZ verkehrs- und bevölkerungswirksam gemacht.